

日本国特許
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office

出願年月日

Date of Application: 2002年 7月17日

出願番号

Application Number: 特願2002-208322

[ST.10/C]:

[JP2002-208322]

出願人

Applicant(s): 日本特殊陶業株式会社

2003年 6月 5日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田 信一郎

出証番号 出証特2003-3043628

【書類名】 特許願

【整理番号】 PK696NGK

【提出日】 平成14年 7月17日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H05K 1/03
H05K 1/09

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号 日本特殊陶業株式会社内

【氏名】 墓 泰志

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号 日本特殊陶業株式会社内

【氏名】 水谷 秀俊

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号 日本特殊陶業株式会社内

【氏名】 佐藤 学

【特許出願人】

【識別番号】 000004547

【氏名又は名称】 日本特殊陶業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100082500

【弁理士】

【氏名又は名称】 足立 勉

【電話番号】 052-231-7835

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 007102

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9902936

【ブルーフの要否】 要

【書類名】明細書

【発明の名称】銅ペーストとそれを用いた配線基板

【特許請求の範囲】

【請求項1】銅粉末と、有機ビヒクルと、平均粒子径が100nm以下のセラミック粒子とを含有し、該銅粉末100質量部に対して該有機ビヒクルを6質量部～20質量部含有したことを特徴とする銅ペースト。

【請求項2】銅粉末と、有機ビヒクルと、平均粒子径が100nm以下のセラミック粒子とを含有し、粘度が5000ポイズ～100万ポイズの範囲であることを特徴とする銅ペースト。

【請求項3】前記セラミック粒子は、平均粒子径が100nm以下のSiO₂粒子であることを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の銅ペースト。

【請求項4】請求項1乃至請求項3の何れか記載の銅ペーストを、セラミックグリーンシートに形成したビアホール孔に充填して焼成し、絶縁層とビア導体とを形成したことを特徴とする配線基板。

【請求項5】前記ビア導体の内部に、前記セラミック粒子の構成部分を主体とする、大きさが10μm以下の無機物が存在することを特徴とする請求項4に記載の配線基板。

【請求項6】前記ビア導体が、配線基板の少なくとも一方の表面に露出し、この露出面に、前記セラミック粒子の構成部分を主体とする、大きさが10μm以下の無機物が露出していることを特徴とする請求項4又は請求項5に記載の配線基板。

【請求項7】前記ビア導体が、配線基板の少なくとも一方の表面に露出し、この露出した上面にメッキ層が形成されたことを特徴とする請求項4乃至請求項6の何れか記載の配線基板。

【請求項8】前記配線基板は、半導体素子が搭載され、この半導体素子の端子と前記ビア導体とが接合部材を介して接続されたことを特徴とする請求項7に記載の配線基板。

【請求項9】前記ビア導体が、熱伝導路となるサーマルビアとして構成されたことを特徴とする請求項4乃至請求項8の何れか記載の配線基板。

【請求項10】 ビア導体の内部に、大きさが $10\text{ }\mu\text{m}$ 以下の無機物が存在することを特徴とする配線基板。

【請求項11】 前記ビア導体が、配線基板の少なくとも一方の表面に露出し、この露出面に、大きさが $10\text{ }\mu\text{m}$ 以下の無機物が露出していることを特徴とする請求項10に記載の配線基板。

【請求項12】 前記ビア導体が、配線基板の少なくとも一方の表面に露出し、この露出した上面にメッキ層が形成されたことを特徴とする請求項10又は請求項11に記載の配線基板。

【請求項13】 前記配線基板は、半導体素子が搭載され、この半導体素子の端子と前記ビア導体とが接合部材を介して接続されたことを特徴とする請求項12に記載の配線基板。

【請求項14】 前記ビア導体が、熱伝導路となるサーマルビアとして構成されたことを特徴とする請求項10乃至請求項13の何れか記載の配線基板。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、絶縁層を介して積層された導体層（配線パターン）間を接続するために、セラミックグリーンシートに形成したビアホール孔に充填されて同時焼成される銅ペースト、及びそれを用いた配線基板に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

近年、配線基板は、情報通信の高速化に伴い、GHz帯以上の高周波領域で使用され、伝送損失の低減が要求されている。このため、配線基板は、比較的低い誘電率をもつセラミック基板上に、導体抵抗が低くて低融点な金属である銀や銅等から成る導体層を形成することにより作製されている。また、回路の高密度実装化や多層化が進むにしたがい、銀よりも耐マイグレーション性に優れた銅を導体層やビア導体に用いた配線基板が要求されている。

【0003】

配線基板を多層化する場合には、セラミック層と導体層とを交互に積層し、セ

ラミック層を介して重なり合う導体層を、セラミック層を貫通して形成されたビア導体により接続する。

銅を導体層やビア導体に用いた配線基板を作製するには、銅の酸化を抑制しつつ、有機成分の除去を効率良く行う必要がある。この方法としては、例えば、温潤窒素雰囲気中（水蒸気と窒素の混合雰囲気中）で焼成する方法が知られている。

【0004】

即ち、この方法では、まず、セラミック原料粉末と有機バインダー、溶媒等を用いて調製したスラリーを作製し、ドクターブレード法等のシート成形法によりセラミックグリーンシートを成形する。次いで、このセラミックグリーンシートにビアホール孔を形成し、このビアホール孔に銅ペーストを充填し乾燥させて焼成前のビア導体を形成する。そして、さらに、セラミックグリーンシートの表面に銅ペーストを用いて配線パターンと成る導体層を印刷して乾燥させ、ビア導体と導体層とが接続されたセラミックグリーンシートを形成する。次いで、セラミックグリーンシートを、複数積層して積層体とし、この積層体を水蒸気と窒素ガスの混合雰囲気中において、数百℃の温度で脱バインダーを行って銅ペースト及びセラミックグリーンシートに含有される有機成分を除去し、略1000℃以上に昇温して焼成を行う。これにより、セラミック層を介して積層された導体層がビア導体により接続され、多層化された配線基板が作製される。

【0005】

このように作製された配線基板は、焼成工程においてビア導体となる銅と絶縁層となるセラミック層との焼結温度及び焼成収縮のタイミングが異なるので、焼成によってビア導体が配線基板の表面から突き出してしまう突き上げという問題が発生しやすい。この問題を改善するために、特開平11-53940号公報で開示された銅メタライズ組成物及びそれを用いたガラスセラミック配線基板が知られている。

【0006】

特開平11-53940号公報に記載された銅メタライズ組成物及びそれを用いたガラスセラミック配線基板は、ガラスセラミック磁器と銅メタライズ組成物

の焼成収縮挙動を整合してガラスセラミック配線基板の表面からビア導体の突き上げを低減しようとするものであり、主成分の銅粉末100重量部に対してガラス転移点が700～750℃の $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-RO}$ (R:アルカリ土金属属)～ B_2O_3 系ガラスフリットを2～20重量部含有したビアホール用の銅メタライズ組成物及びこの銅メタライズ組成物を用いて700～1000℃の温度でガラスセラミック磁器と同時焼成したガラスセラミック配線基板である。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

配線基板の小型化や伝送信号の高速化が進むにつれ、配線基板上に露出したビア導体上にメッキをして回路端子を形成し、この回路端子の上面に半導体の端子を重ねて半田で直接接合するフリチップ構造が要求されている。

【0008】

しかしながら、特開平11-53940号公報で開示された銅メタライズ組成物及びそれを用いたガラスセラミック配線基板によれば、銅メタライズ組成物にガラスフリットを添加しているので、ビア導体の表面にガラスが浮き出して残留し易く、ビアホール電極面にメッキ処理を行って配線回路を形成する場合、メッキ処理が困難になるという問題点がある。

【0009】

本発明は、前記問題点を解決するもので、ビア導体に銅を用いた配線基板において、焼成によるビア導体の突き上げを低減でき、ビア導体表面にガラスの浮き出しがなくメッキ処理が容易にできる銅ペーストとそれを用いた配線基板を提供することを目的とするものである。

【0010】

【課題を解決するための手段及び発明の効果】

かかる目的を達成するためになされた請求項1に記載の発明は、銅粉末と、有機ビヒクルと、平均粒子径が100nm以下のセラミック粒子とを含有し、該銅粉末100質量部に対して該有機ビヒクルを6質量部～20質量部含有したことを見特徴とする銅ペーストである。

【0011】

この銅ペーストをセラミックグリーンシートに形成したビアホール孔に充填し、セラミックグリーンシートとともに焼成することにより、ビア導体の突き上げを低減できるとともに、ビア導体表面にガラスの浮き出しがなくメッキ処理が容易な配線基板を得ることができるという作用効果が得られる。

【0012】

本発明の銅ペーストが、ガラスフリットが含有されていなくても配線基板のビア導体の突き上げを抑制できる理由を以下に説明する。

一般に、ビア導体の突き上げは、ビア導体と低温焼成磁器との焼結挙動が一致していないために発生することが知られている。つまり、焼成されてビア導体を形成する銅粉末は、低温焼成磁器に比べ、焼結開始は早いが、焼結終了は遅いので、ビア導体の突き上げが発生しやすい。このため、ビア導体の突き上げを抑制するためには、銅粉末の焼結開始を遅らせる効果（焼結阻害効果）と、焼結開始後は速く焼結して緻密化させる効果（焼結促進効果）とを兼ね備える添加物を銅ペースト中に含有させる必要がある。

【0013】

この添加物として、従来から公知のガラスフリットは、軟化点以下では粉体であるためビア導体の焼結阻害効果を有し、軟化点以上ではガラスフリットが流動してビア導体の焼結促進効果を有する。しかし、ビア導体の焼結開始を遅らせるためには多量のガラスフリットを添加しなければならぬので、焼成後のビア導体表面にガラスが浮き出して残留しメッキ処理が困難になる。

【0014】

本発明の請求項1に記載の銅ペーストによれば、平均粒子径が100nm以下のセラミック粒子を添加しているので、このセラミック粒子が銅粉末の周囲に均一に分散し、少量の添加でもビア導体の焼結阻害効果を発現できるとともに、焼結開始後は速く焼結（緻密化）してビア導体の突き上げを抑制できる。また、前記セラミック粒子はガラスフリットのような流動性をもたずビア導体内部に分散して含有されるため、ビア導体表面にメッキ処理を阻害するガラスフリット等の添加物の構成部分を主体とする無機物の浮き出しがなく、メッキ処理が容易で性の優れた配線基板が得られる。

【0015】

前記セラミック粒子の平均粒径は、100nmが好ましい。その理由は、100nm以下にすることでセラミック粒子がビア導体中に均一に分散されて突き上げの抑制効果が良好にできるからであり、一方、100nmを超えるとビア導体の突き上げが発生し易くなるからである。

【0016】

前記セラミック粒子の平均粒径は、50nm以下がより好ましく、更に30nm以下若しくは40nm以下が好ましい。その理由は、少量の添加でも突き上げ抑制効果が得られるため、ビア導体内に残存するセラミック成分を少なくでき、ビア導体の比抵抗を小さくできるからである。

【0017】

本発明の銅ペーストに含有される、平均粒子径が100nm以下のセラミック粒子は、銅粉末の焼結開始を遅らせる効果（焼結阻害効果）と、焼結開始後は速く焼結して緻密化させる効果（焼結促進効果）を有する。銅粉末の焼結開始温度を上昇させるための効果を有する、平均粒子径が100nm以下のセラミック粒子は、 Al_2O_3 、 TiO_2 、 ZrO_2 、 CeO_2 、ムライトなどの融点の高いセラミック粒子である。また、銅の焼結性を向上させる効果を有する、平均粒子径が100nm以下のセラミック粒子は、 SiO_2 、 B_2O_3 などのガラス形成酸化物、 MgO 、 CaO 、 Na_2O 、 K_2O などのガラスと反応して液相を形成する酸化物、 Bi_2O_3 などの低融点金属酸化物などである。

【0018】

前記有機ビヒクルの含有量は、銅粉末100質量部に対して6質量部～20質量部の範囲に規定される。その理由は、有機ビヒクルの含有量が6質量部未満の場合、銅ペーストの流動性が損なわれる為に、ビアホール孔への充填不良が発生するからであり、一方、有機ビヒクルの含有量が20質量部を超えると、ビアホール孔に銅ペーストを充填して乾燥させると、セラミックグリーンシートの表面からビア導体がへこんだ形で形成されるので好ましくないからである。

【0019】

また、銅粉末の平均粒径は、0.5μm～10μmの範囲が好ましく、更に2

~5 μm若しくは1~7 μmが好ましい。その理由は、銅粉末の平均粒径が0.5 μmより小さくないと銅の焼結開始温度が低くなりすぎてビア導体の突き上げが大きくなるからであり、一方、銅粉末の平均粒径が10 μmより大きいと、小径のビアホールへの充填性を損ない、緻密な焼結構造を有するビア導体を形成できなくなるからである。銅粉末の形状は、略球状、樹枝状、フレーク状等のいずれでも使用できるが、特に、略球状の銅粉末は、ビアホール内に均一に充填され、ビア導体の突き上げも精度良く抑制できるので好ましい。

【0020】

また、本発明の銅ペーストは、アルカリ金属やアルカリ土類金属の化合物を含まないことが好ましい。その理由は、アルカリ金属やアルカリ土類金属の化合物を含むとセラミックグリーンシートとともに焼成する際にセラミックグリーンシートの組成物と反応し、誘電損失などの電気特性を劣化させる原因となり易いからである。

【0021】

有機ビヒクルは、有機高分子を有機溶剤に溶解させたもので有り、この有機高分子は、エチルセルロース、アクリル樹脂、ポリメチルスチレン、ブチラール樹脂、アルキッド樹脂、ポリアルキレンカーボネート等の少なくともいずれか一つを用いる。特に、アクリル樹脂が好ましく、更には、ポリ-n-ブチルメタクリレート、ポリ-2-エチルヘキシルメタクリレートが好ましい。その理由は、焼成において分解性を向上させて緻密で低抵抗なビア導体を得ることができるからである。

【0022】

有機溶剤は、テルピネオール、ブチルカルビトールアセテート、ブチルカルビトール、シブチルフタレート等の高沸点溶剤を使用することが好ましい。

また、本発明の銅ペーストによれば、ビア導体のメッキ性をさらに良好なものにするために無機添加剤を含ませても良く、その他、可塑剤、増粘剤、レベリング剤、消泡剤などの有機添加剤が含まれていても良い。

【0023】

請求項2に記載の発明は、銅粉末と、有機ビヒクルと、平均粒子径が100 n

m以下のセラミック粒子とを含有し、粘度が5000ポイズから100万ポイズであることを特徴とする銅ペーストである。

請求項2に記載の銅ペーストは、粘度が5000ポイズから100万ポイズであることが好ましい。その理由は、ビアホール孔に銅ペーストを充填して乾燥させると、粘度が5000ポイズ未満のものはセラミックグリーンシートの表面からビア導体がへこんだ形で形成されるので好ましくないからであり、一方、粘度が100万ポイズを超えると、銅ペーストの流動性が損なわれる為に、ビアホール孔への充填不良が発生するので好ましくないからである。粘度を係る範囲に調整することで、銅ペーストをビアホール孔に精度良く充填することができる。

請求項3に記載の発明は、請求項1又は請求項2の銅ペーストにおいて、セラミック粒子は、平均粒子径が100nm以下のSiO₂粒子であることを特徴とする。

【0024】

請求項3に記載の銅ペーストによれば、平均粒子径が100nm以下のセラミック粒子としてSiO₂粒子を用いると、銅粉末100質量部に対して、0.1～5.0質量部と極少量添加するだけで、銅粉末の焼結開始を遅らせる効果（焼結阻害効果）と、焼結開始後は速く焼結して緻密化させる効果（焼結促進効果）とが発現され、一層、ビア導体の突き上げを低減できて緻密で低抵抗なビア導体が得られ、且つ、ビア導体表面への半田付け性やメッキ性に優れた配線基板が得られる。

【0025】

SiO₂粒子の平均粒径は50nm以下がより好ましく、更には40nm以下、特に30nm以下が好ましい。その理由は、少量の添加でも突き上げ抑制効果が得られる為、ビア導体内に残存するセラミック成分を少なくでき、ビア導体の比抵抗を小さくできるからである。

【0026】

また、SiO₂粒子の添加量は、銅粉末100質量部に対して、0.1～5.0質量部の範囲が好ましい。その理由は、SiO₂粒子の添加量が0.1質量部より少ないとビア導体の突き上げが増加するからであり、一方、5.0質量部よ

りも多いとビア導体の表面に SiO_2 が残留し、メッキ性や半田付け性を損なうからである。

【0027】

請求項4に記載の発明は、請求項1乃至請求項3の何れか記載の銅ペーストを、セラミックグリーンシートに形成したビアホール孔に充填して焼成し、絶縁層とビア導体とを同時に形成（同時焼成）したことを特徴とする配線基板である。

請求項4に記載の配線基板によれば、焼成後のビア導体の突き上げやビア導体表面の無機物の浮き出し等を低減できるので、ビア導体の表面にピンホール等の欠陥の少ない良好なメッキ皮膜が形成でき、且つビア導体が緻密に焼結されて電気抵抗が低いので、このビア導体を用いて導体層（配線パターン）や回路部品と接続し、伝送損失が少ない高周波回路を形成できるという作用効果が得られる。

【0028】

請求項5に記載の発明は、請求項4に記載の配線基板において、ビア導体の内部に、前記セラミック粒子の構成部分を主体とする、大きさが $10 \mu\text{m}$ 以下の無機物存在することを特徴とする。

請求項5に記載の配線基板によれば、ビア導体内部に存在する無機物の大きさが $10 \mu\text{m}$ 以下なので、この無機物の一部がビア導体表面に露出しても、このビア導体表面のメッキ性を損なうことが無く、メッキ処理が容易に行えるという作用効果が得られる。前記無機物は、予め銅ペーストに含有されたセラミック粒子や、セラミックグリーンシートに含有されビア導体に拡散された無機成分が、集まってできたものである。この無機物は、球状または略球状あるいは不定形でビア導体内に存在する。その形状は略円錐であることが多いので、その長径を無機物の大きさとしてよい。ただし、無機物の断面が円形で現れない場合には、その面積を円形に換算して得られた直径（d）つまり、無機物の断面積 = $\pi (d/2)^2$ の関係から、 $d = 2 \times (\text{無機物の断面積}/\pi)^{0.5}$ を無機物の大きさとする。

【0029】

請求項6に記載の発明は、請求項4又は請求項5に記載の配線基板において、ビア導体の表面に露出する無機物の大きさが $10 \mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする。

請求項6に記載の配線基板は、ビア導体の表面に露出する無機物の大きさが $10\text{ }\mu\text{m}$ 以下であるので、ビア導体の表面のメッキ性を損なうことが無く、ピンホール等の欠陥の少ないメッキ皮膜が容易に形成できるという作用効果が得られる。

【0030】

なお本発明は、ビア導体はそのまま実装端子として利用してよいが、さらにその上に実装パッドを同時焼成法や厚膜法により形成した構成としてもよい。実装パッドの表面に無機物が殆ど拡散してこないため、やはり良好なメッキ皮膜を形成することができる。

【0031】

請求項7に記載の発明は、請求項4乃至請求項6の何れか記載の配線基板において、ビア導体が配線基板の少なくとも一方の表面に露出し、この露出した表面にメッキ層が形成されたことを特徴とする。

請求項7に記載の配線基板によれば、ビア導体の表面に無機物の残留が少ないので容易にメッキ処理ができ、メッキムラやピンホール等の欠損、剥離などの欠陥がなく良好なメッキ層を形成できるので、温度負荷、湿度負荷、熱負荷などの耐久性に優れた実装基板を構成できるという作用効果が得られる。

【0032】

なお本発明は、メッキ層を形成したビア導体はそのまま実装端子として利用してよいが、ビアホール上に実装パッドを形成してからメッキ層を形成した構成としてもよい。実装パッドの表面に無機物が殆ど拡散してこないため、やはり良好なメッキ皮膜を形成することができる。

【0033】

請求項8に記載の発明は、請求項7に記載の配線基板において、半導体素子が搭載され、この半導体素子の端子と前記ビア導体とが、ハンダ、ロー材等の接合部材を介して接続されたことを特徴とする。

請求項8に記載の配線基板によれば、ビア導体の導体抵抗が低く、このビア導体を、接合部材を介して半導体素子の端子に接続しているので、半導体の電気特性にバラツキや劣化を生じることなく信頼性に優れた配線基板を構成できるとい

う作用効果が得られる。

【0034】

請求項9に記載の発明は、請求項4乃至8の何れか記載の配線基板において、ビア導体が、熱伝導路となるサーマルビアとして構成されたことを特徴とする。

請求項9に記載の配線基板によれば、ビア導体が緻密に焼成されて熱伝導率も高くなっているので、高密度実装型配線基板において、サーマルビアとして構成すると放熱効果が優れた配線基板が得られるという作用効果が得られる。

【0035】

請求項10に記載の発明は、ビア導体の内部に、大きさが $10\text{ }\mu\text{m}$ 以下の無機物が存在することを特徴とする配線基板である。

請求項10に記載の配線基板によれば、ビア導体内部に存在する無機物の大きさが $10\text{ }\mu\text{m}$ 以下なので、この無機物の一部がビア導体表面に露出しても、このビア導体表面のメッキ性を損なうことが無く、メッキ処理が容易に行えるという作用効果が得られる。前記無機物は、予め銅ペーストに含有されたセラミック粒子や、セラミックグリーンシートに含有されビア導体に拡散された無機成分が、集まってできたものである。この無機物は、球状または略球状あるいは不定形でビア導体内に存在する。その形状は略円錐であることが多いので、その長径を無機物の大きさとしてよい。ただし、無機物の断面が円形で現れない場合には、その面積を円形に換算して得られた直径(d)つまり、無機物の断面積= $\pi \left(d / 2 \right)^2$ の関係から、 $d = 2 \times (\text{無機物の断面積} / \pi)^{0.5}$ を無機物の大きさとする

【0036】

請求項11に記載の発明は、請求項10に記載の配線基板において、ビア導体の表面に露出する無機物の大きさが $10\text{ }\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする。

請求項11に記載の配線基板は、ビア導体の表面に露出する無機物の大きさが $10\text{ }\mu\text{m}$ 以下であるので、ビア導体の表面のメッキ性を損なうことが無く、ピンホール等の欠陥の少ないメッキ皮膜が容易に形成できるという作用効果が得られる。

【0037】

なお本発明は、ビア導体はそのまま実装端子として利用してよいが、さらにその上に実装パッドを同時焼成法や厚膜法により形成した構成としてもよい。実装パッドの表面に無機物が殆ど拡散してこないため、やはり良好なメッキ皮膜を形成することができる。

【0038】

請求項12に記載の発明は、請求項10又は請求項11に記載の配線基板において、ビア導体が、配線基板の少なくとも一方の表面に露出し、この露出した上面にメッキ層が形成されたことを特徴とする。

請求項12に記載の配線基板によれば、ビア導体の表面に無機物の残留が少ないとため容易にメッキ処理ができ、メッキムラやピンホール等の欠損、剥離などの欠陥がなく良好なメッキ層を形成できるので、温度負荷、湿度負荷、熱負荷などの耐久性に優れた実装基板を構成できるという作用効果が得られる。

【0039】

なお本発明は、メッキ層を形成したビア導体はそのまま実装端子として利用してよいが、ビアホール上に実装パッドを形成してからメッキ層を形成した構成としてもよい。実装パッドの表面に無機物が殆ど拡散してこないため、やはり良好なメッキ皮膜を形成することができる。

【0040】

請求項13に記載の発明は、請求項12に記載の配線基板において、半導体素子が搭載され、この半導体素子の端子と前記ビア導体とが接合材を介して接続されたことを特徴とする

請求項13に記載の配線基板によれば、ビア導体の導体抵抗が低く、このビア導体を、ハンダ、ロー材等の接合部材を介して半導体素子の端子に接続しているので、半導体の電気特性にバラツキや劣化を生じることなく信頼性に優れた配線基板を構成できるという作用効果が得られる。

【0041】

請求項14に記載の発明は、請求項10乃至請求項13の何れか記載の配線基板において、ビア導体が、熱伝導路となるサーマルビアとして構成されたことを特徴とする

請求項14に記載の配線基板によれば、ビア導体が緻密に焼成されて熱伝導率も高くなっているので、高密度実装型配線基板において、サーマルビアとして構成すると放熱効果が優れた配線基板が得られるという作用効果が得られる。

【0042】

【発明の実施の形態】

(実施の形態1)

以下に、一実施の形態を用いて本発明について説明する。

「セラミックグリーンシートの作製」

まず、 SiO_2 が63.3質量部、 B_2O_3 が24.1質量部、 Al_2O_3 が5.7質量部、 CaO が6.9質量部の組成を有するガラス粉末50質量部とを混合させて粒径2.5μm、アルカリ金属不純物含有量が0.2mol%以下のアルミナとガラスの混合粉末を準備した。

【0043】

次いで、アルミナとガラスの混合粉末100質量部に対して、アクリル樹脂から成るバインダーを20質量部とフタル酸ジブチルから成る可塑剤10質量部、適量のトルエン・MEK混合溶媒とを加えスラリーを作製した。

次いで、前記スラリーを用いてドクターブレード法等のシート成形により厚さ250μmのセラミックグリーンシートを成形した。このセラミックグリーンシートは、比較的低温（ここでは、1000°Cをいう）で焼成できる低温焼成用のグリーンシートである。

【0044】

「銅ペーストの作製」

次いで、平均粒径5μmの球状銅粉100質量部に対して、ビヒクルを12質量部と（表1）に表した添加剤とを加え、3本ロールミルで混合して銅ペーストを作製した。なお、ビヒクルは70質量部のテルピネオールに30質量部のポリイソブチルメタクリレートを溶解して調整した。

【0045】

【表1】

	銅ペースト組成			ピア導体の評価	
	添加剤の種類	添加剤の粒径(nm)	添加剤の添加量(質量部)	突き上げ量(μm)	ガラスの浮き出しの有無
実施例A	Al_2O_3	13	1.0	27	なし
実施例B	TiO_2	21	1.0	22	なし
実施例C	SiO_2	12	1.0	5	なし
実施例D	SiO_2	12	0.2	25	なし
実施例E	SiO_2	12	0.5	1	なし
実施例F	SiO_2	12	1.0	7	なし
比較例A	なし	なし	なし	54	なし
比較例B	Al_2O_3	300	1.0	52	なし
比較例C	ガラス	800	1.0	19	有り
比較例D	ガラス	800	5.0	2	有り

【0046】

(表1)に示すように、本発明の実施例として実施例A～Fの組成を有する銅ペーストを作製するとともに、本発明の効果と比較するために比較例A～Dの組成を有する銅ペーストを作製した。

実施例Aは、セラミック粒子として平均粒径13nmの Al_2O_3 を1.0質量部添加した銅ペーストである。

【0047】

実施例Bは、セラミック粒子として平均粒径21nmの TiO_2 を1.0質量部添加した銅ペーストである。

実施例C～Fは、セラミック粒子として平均粒径12nmの SiO_2 を添加し、このとき、 SiO_2 の添加量を0.2質量部～2.0質量部の範囲で変化させて添加した銅ペーストである。

【0048】

比較例Aは、セラミック粒子として平均粒径300nmの Al_2O_3 を1.0質量部添加した銅ペーストである。

比較例B、Cは、セラミックグリーンシートの作製において添加したガラス粉末と同一の組成を有し、粒径が800nmのガラスフリットを、添加量を1.0質量部、5.0質量部と変化させて添加した銅ペーストである。

【0049】

「焼成サンプルの作製」

次いで、前記のグリーンシートと銅ペーストを用いて、評価用のサンプルと成る焼成サンプルを作製した。

まず、セラミックグリーンシートを縦50mm×横60mmの寸法に裁断してセラミックグリーンシート片を2枚作製し、このセラミックグリーンシート片の略中央部に $250\mu m$ の内径を有する貫通孔をあけてビアホール孔を形成した。

【0050】

次いで、前記ビアホールの配置に合わせ、ビアホールと同径の貫通孔を形成した薄膜のメタルスクリーンで覆い、このメタルスクリーンの上方から銅ペーストをスキージで印刷し、セラミックグリーンシートのビアホール内に銅ペーストを充填した。

【0051】

次いで、前記2枚のセラミックグリーンシートを、各ビアホール孔の中心がずれないで重なるように積層して圧着し、積層体を形成した。

次いで、前記積層体を、水蒸気と窒素ガスの混合雰囲気を調製した炉内に曝し、850℃の温度下で放置し、銅ペースト及びセラミックグリーンシート中に含有する有機成分を脱脂し、続けて、乾燥窒素ガスに置換した後1000℃に昇温して2時間放置し、焼成を行って焼成サンプルを作製した。

【0052】

「突き上げ量の測定」

次に、前記焼成サンプルを用いて、焼成サンプルの表面に露出して突き出したビア導体の突き上げ寸法を測定した。

ビア導体の突き上げ寸法は、ビア導体の中心より $400\mu m$ 離れたセラミック層の上面を基準値とし、この基準値からビア導体が突き出した高さの最大寸法を顕微鏡で測定し、その結果を（表1）に示した。

【0053】

「ビア導体表面のガラス浮き出しの有無を確認」

次に、前記焼成サンプルを用いて、焼成サンプルの表面に露出したビア導体の

表面を顕微鏡で500倍に拡大して観察し、ビア導体表面におけるガラスの浮き出しの有無を確認し、その結果を（表1）に示した。

【0054】

（表1）に示すように、本発明の実施例A～Fは、焼成サンプル表面から突き出したビア導体の突き上げ量が $1\sim27\mu m$ の範囲であり、ビア導体表面のガラスの浮き出しが無く、メッキ処理が容易にでき、回路部品を精度良く実装できるビア導体を得ることができることが判る。

【0055】

比較例Aは、本発明の実施例A～Fとを比較すると、銅ペースト中に添加物が添加されておらず、その結果、ビア導体の突き上げ量が $54\mu m$ と大きくなっていることが判る。

また、比較例Bは、本発明の実施例Aとを比較すると、添加剤として Al_2O_3 を1.0質量部添加しており、添加剤の種類と添加量が実施例Aと等しいが、粒径が $300nm$ であり本発明の実施例Aの粒径 $13nm$ よりも大きく、その結果、ビア導体の突き上げ量が $52\mu m$ と大きくなっていることが判る。

【0056】

また、比較例C、Dは、本発明の実施例A～Fと比較すると、ガラスフリットを添加することによって、ビア導体の突き上げ量が本発明の実施例C、E、Fと同等の水準まで低減できているが、ビア導体表面にガラスの浮き出しが発生し、メッキ処理が困難になることが判る。尚、比較例C、Dは、ビア導体表面を顕微鏡で拡大して観察した結果、 $15\mu m$ 程度の大きさのガラスからなる多数の無機物が表面に浮き出していた。

【0057】

また、本発明の実施例中、実施例Cは、実施例A、Bと比較すると、実施例A、Bのビア導体の突き上げ量が $27\mu m$ 、 $22\mu m$ に対し、実施例Cのビア導体の突き上げ量が $5\mu m$ と小さく、ガラスの浮き出しありないので、セラミック粒子として SiO_2 を添加すると特に好ましいことが判る。

【0058】

更に、実施例中C～Fは添加剤として同一の SiO_2 粒子を添加しているが、

実施例Dに比べて実施例C、E、Fのビア導体の突き出し量が一層少ないので、 SiO_2 粒子の添加量が0.5質量部～2.0質量部の範囲にあるのが好ましいことが判る。

【0059】

「ビア導体の断面観察」

次いで、本発明の実施例Eと比較例Dの焼成サンプルの、ビア導体の断面を顕微鏡で拡大して観察し、ビア導体内部の無機物の分散状態を確認した。

図1は本発明における実施例Eの焼成サンプルの断面を表した断面図であり、図2は比較例Dの焼成サンプルの断面を表した断面図である。

【0060】

図1、図2において、1、2はセラミック磁器、3、4はビア導体、5、6は焼成された銅、7、8は無機物である。

図1と図2を用いて、本発明の実施例Eと比較例Dのビア導体の断面を比較する。図1に示した本発明の実施例Eは、ビア導体3中に含有されている無機物7が約 $5\ \mu\text{m}$ 以下の細かく均一に分散され、銅5が緻密な焼結結晶に焼成されている。一方、図2に示した比較例Dは、ビア導体4中に $15\ \mu\text{m}$ 程度の無機物8が分散し、銅6の焼結構造も粗いものとなっている。したがって、本発明の実施例Eによれば、無機物7がビア導体3内に細かく分散され、緻密に焼成されたビア導体3を得ることができることが判る。

【0061】

(実施の形態2)

前記実施の形態1のセラミックグリーンシートを用い、このセラミックグリーンシートに直径 $250\ \mu\text{m}$ の貫通孔を形成した。

次に、本発明の実施例Eの銅ペーストと比較例Dの銅ペーストとを用いて、それぞれ、セラミックグリーンシートのビアホール孔に充填して乾燥させた後、セラミックグリーンシートの表面に配線パターンを形成するために銅ペーストを印刷した。

【0062】

次いで、前記セラミックグリーンシートを複数枚積層して加圧しグリーンシー

ト積層体を作製し、このグリーンシート積層体を水蒸気と窒素ガスの混合雰囲気を調製した炉内に曝し、850℃の温度下で放置して脱脂し、銅ペースト及びセラミックグリーンシート中に含有する有機成分を脱脂し、続けて、乾燥窒素ガスに置換した後1000℃の温度下で2時間放置して焼成を行った。

【0063】

次いで、この配線基板の表面に露出したビア導体表面にNiをメッキし、さらにNiの上面に直径80μmの円形となるようにAuをメッキして配線基板を作製した。

得られた配線基板の表面を観察した結果、本発明の実施例Eの銅ペーストを用いて形成した配線基板は、ビア導体表面に直径80μmの円形のAuメッキ層が精度良く形成され、メッキ付着のむらが無く良好なものであった。一方、比較例Dの銅ペーストを用いた配線基板は、ビア導体表面にガラスが浮き出してメッキができなかった。

【0064】

(実施の形態3)

次いで、前記実施の形態1で作製したセラミックグリーンシートと実施の形態1の実施例Eで表した組成を有する銅ペーストを用いて、半導体素子を搭載した配線基板を作製した。

【0065】

図3は、本発明が適用された実施の形態の配線基板の構成を表す断面図である。

図3において、10は配線基板であり、この配線基板10は複数のセラミックグリーンシートを積層して焼成し形成されたセラミック層11～14と、このセラミック層11～14の上面に設置された半導体素子15と、この半導体素子15を穴17に収納し、周囲面をセラミック層14とろう材(図示せず)で接合された蓋体16により構成されている。

【0066】

前記セラミック層11～14は、それぞれ重なり合う面に内部導体層24～29が形成されている。この内部導体層24～29はセラミック層11～14を貫

通するように形成されたビア導体36～47と接続されている。

セラミック層11の下面には、ビア導体36～41に夫々接続するように回路端子18～23が形成されている。この回路端子18～23は、ビア導体36～41の露出面上に銅ペーストを印刷して同時焼成により形成し、この導体の表面にNiメッキをし、次いでNiメッキの表面にAuを行って形成したものである。セラミック層14の上面には、ビア導体42～47に夫々接続するようメッキ層30～35が形成されている。このメッキ層30～35はビア導体42～47の露出面にNiメッキをし、Niメッキの表面にAuを行って形成されたものである。そして、前記メッキ層30～35に重なるように半導体素子15の端子（図示せず）が半田付けして接続されている。

【0067】

前記のように、配線基板10は、下段のセラミック層11の回路端子18～23が、前記ビア導体36～47、内部電極24～29等を介して上段のセラミック層14のメッキ層30～35と接続され、このメッキ層30～35を介して半導体素子15の端子と接続して電気回路が構成されている。

【0068】

以上のように構成して得られた配線基板10は、ビア導体36～47が緻密に焼成されて電気抵抗が低く、半導体素子15の電気特性のバラツキや劣化が少ないものであった。また、ビア導体36～47は配線基板10からの突き上げが少なくメッキ処理も容易で良好なメッキ層を得ることができた。

【0069】

また、ビア導体36～47は熱伝導性良好であり、半導体素子15の温度上昇も低減できた。

前記の構成を有する本発明の実施の形態の銅ペーストと配線基板の作用効果を、以下に記載する。

【0070】

本発明の実施の形態による銅ペーストは、セラミックグリーンシートのビアホール孔に充填され、一旦温潤窒素雰囲気中で曝された後に焼成されると、ビア導体の突き上げが少なく、このビア導体表面のガラスの浮き出しが無くてメッキ処

理が容易にでき、回路部品を精度良く実装できるビア導体を得ることができる。

【0071】

また、本発明の実施の形態による銅ペーストは、セラミックグリーンシートのビアホール孔に充填され、一旦温潤窒素雰囲気中で曝された後に焼成されると、緻密で低抵抗なビア導体が得られ、高周波信号の伝送損失の少ない配線基板を得ることができる。

【0072】

また、本発明の実施の形態による配線基板は、ビア導体の表面に、メッキムラ、欠損、剥離などのない良好なメッキ層が形成されるので、温度負荷、湿度負荷、熱負荷などの耐久性に優れた電気回路を形成できる。

また、本発明の実施の形態による配線基板は、ビア導体の電気抵抗が低く、このビア導体の表面メッキ層を介して半導体素子の端子を接続すると、半導体の電気特性にバラツキや劣化を生じることのない電気回路を形成できる。

【0073】

また、本発明の実施の形態による配線基板は、ビア導体が緻密に焼成されて熱伝導率が高いので、高密度に積層された配線基板において、サーマルピアとして構成すると放熱効果が優れている。

尚、本発明の実施形態においては、導体層として銅の上面にNiをメッキし、さらにその上面にAuをメッキしたが、この銅の上面には低抵抗を有する他の金属をメッキしてもよい。

【0074】

また、本発明の実施形態においては、セラミックグリーンシートを貫通するビアホール孔に導電ペーストを充填してビア導体を形成したが、このビアホール孔に代えて、配線基板の端面に溝を形成し、この溝に本発明の導ペーストを充填して配線パターンの接続導体を形成すると、この接続導体は、配線基板から突き上げが少なく、緻密で低抵抗な接続導体が得られるので、各種電気回路の形成に好適である。

【0075】

また、本発明の銅ペーストは、ガラスフリットを含むと、ビア導体のメッキ性

を損なうのでガラスフリットを含むことの無いことが好ましいが、配線基板のパターン設計に合わせて、半田付け性やメッキ性が損なわれない程度に微量のガラスが含有されても良い。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明が適用された一実施形態における焼成サンプルの切断面を表した断面図である。

【図2】 比較例の焼成サンプルの切断面を表した断面図である。

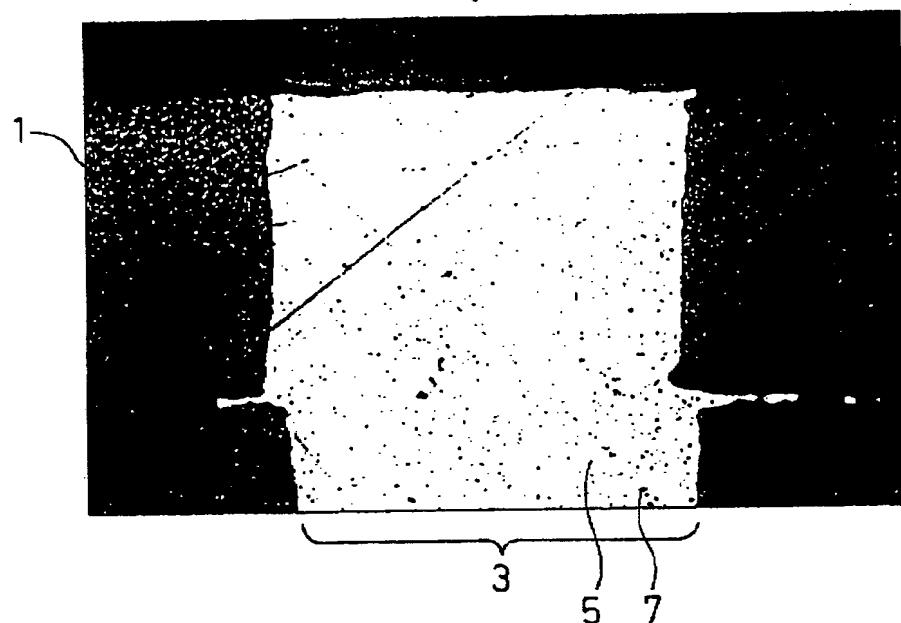
【図3】 本発明が適用された一実施形態の配線基板の構成を表す断面図である。

【符号の説明】

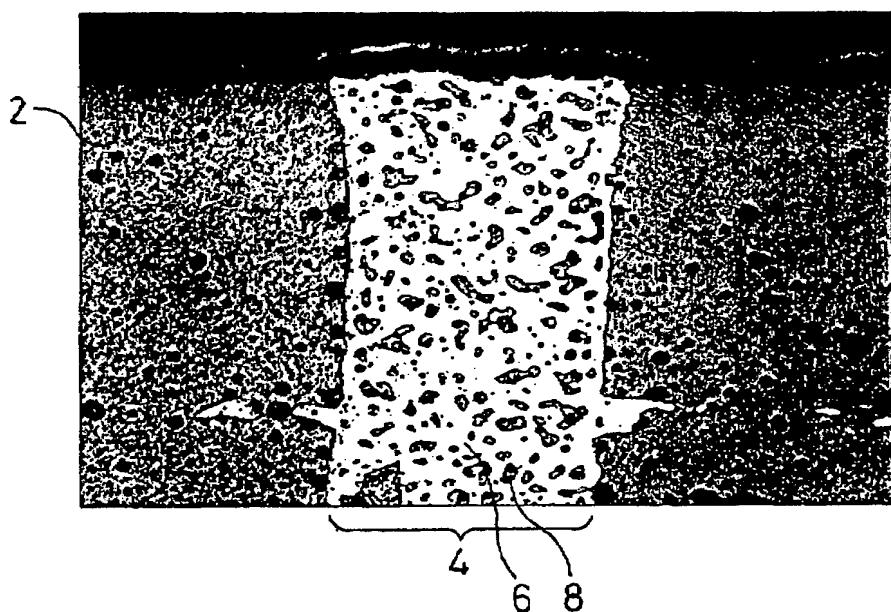
1, 2 …セラミック磁器、3, 4 …ピア導体、5, 6 …銅、7, 8 …無機物、
10 …配線基板、11～14 …セラミック層（絶縁層）、15 …半導体素子、16 …蓋体、17 …穴、18～23 …回路端子、24～29 …導体層、30～35 …メッキ層、36～47 …ピア導体。

【書類名】 図面

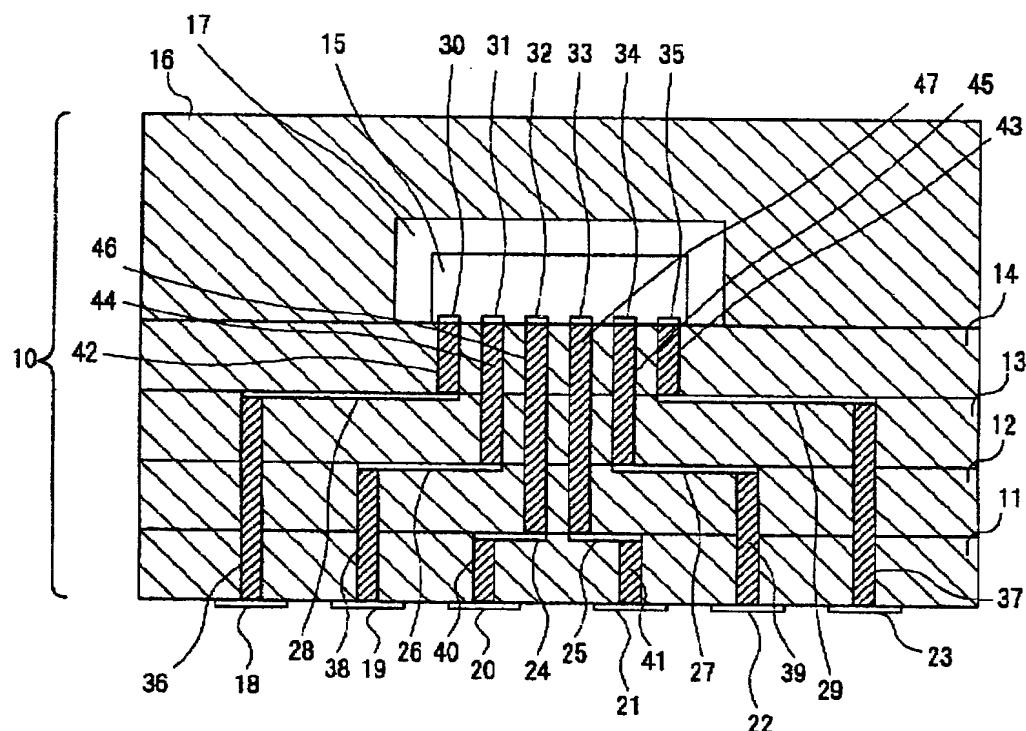
【図1】



【図2】



【図3】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ビア導体に銅を用いた配線基板において、焼成によるビア導体の突き出しを低減でき、且つ、ビア導体表面にガラスの浮き出しがなくメッキ処理が容易にできる銅ペーストとそれを用いた配線基板を提供することを目的とする。

【解決手段】 銅粉末と有機ビヒクルと平均粒子径が100nm以下のセラミック粒子とを含有し、銅粉末100質量部に対して有機ビヒクルを6質量部～20質量部含有した銅ペーストを得る。そして、この銅ペーストを、複数のセラミックグリーンシートに形成した貫通孔に充填して焼成を行い、セラミック層を介して複数の導体層を接続するビア導体を形成した配線基板を得る。

【選択図】 なし

出願人履歴情報

識別番号 [000004547]

1. 変更年月日 1990年 8月 8日

[変更理由] 新規登録

住 所 愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号
氏 名 日本特殊陶業株式会社